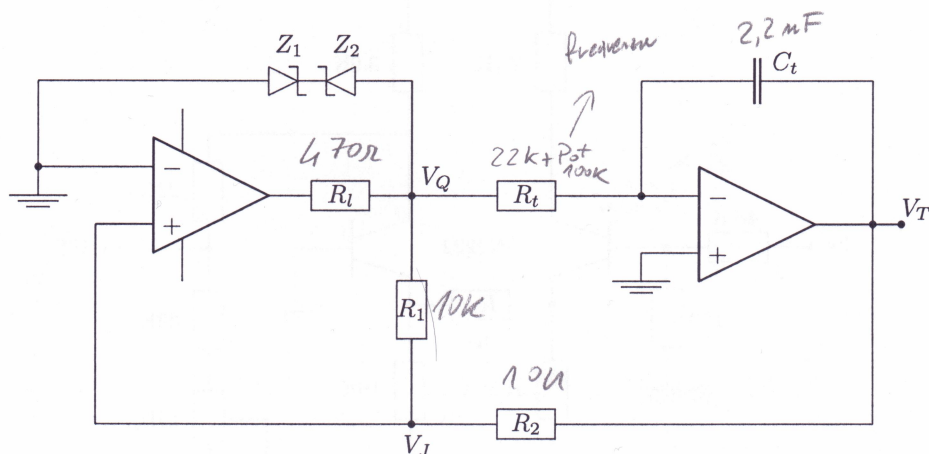


GENERATORE DI FUNZIONI A FREQUENZA VARIABILE

A) - Generatore di onde quadre e triangolari

Nella figura che segue é dato lo schema base del circuito da studiare.



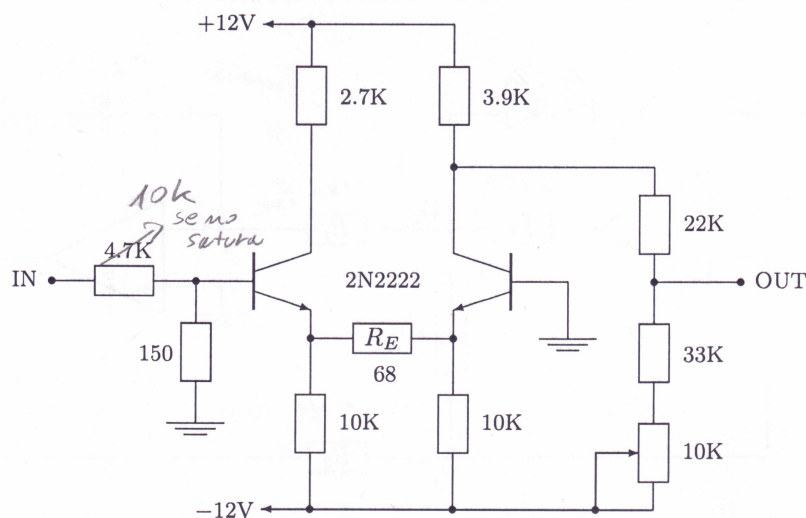
OpAmp : TL082 — Z_1, Z_2 : 1N752 — Alimentazioni : $\pm 12V$

1. Spiegare il funzionamento del circuito in base alla teoria del feedback, individuando i due blocchi costitutivi del circuito.
2. Disegnare su un grafico cartesiano (V, t) le forme d'onda dei segnali ai nodi V_Q , V_T , V_J ; calcolare l'espressione del periodo d'oscillazione in funzione del valore dei componenti passivi.
3. Calcolare il valore dei resistori e del condensatore in modo che il circuito oscilli attorno a 5KHz. Deve essere rispettata la disponibilità di corrente del circuito integrato (vedere le curve caratteristiche del TL082).
4. Costruire il circuito ed osservare all'oscilloscopio le forme d'onda nei tre nodi considerati. Rilevare il valore della frequenza.
5. Far variare le tensioni di alimentazione del circuito fra $\pm 12V$ e $\pm 9V$: verificare che il periodo di oscillazione non varia.
6. Simulare il circuito con PSPICE e confrontare l'uscita sul display del PC con quanto viene visualizzato sull'oscilloscopio. Commentare quanto si osserva.
7. Inserire in serie al resistore R_t un potenziometro da 100K collegato a reostato. Ruotare il comando del potenziometro e vedere che cosa accade sull'oscilloscopio. Spiegare.

B) - Convertitore TRI-SINE

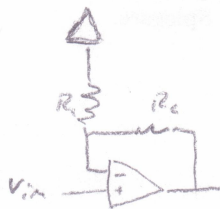
Vogliamo derivare un'onda sinusoidale dall'onda triangolare a frequenza variabile. Ovviamente non é possibile usare un circuito lineare (perché?). Occorre far ricorso ad un amplificatore nonlineare, in cui viene usata la caratteristica nonlineare della giunzione base-emettitore dei transistor (andamento esponenziale) per realizzare la non-linearità del guadagno.

In figura é dato lo schema di un circuito che, opportunamente dimensionato, risolve il nostro problema.



Studiare analiticamente il comportamento del circuito presentato. Per far ciò si utilizzi lo schema essenziale, semplificato, dato in allegato con qualche indicazione su come procedere. Si deve giungere ad un'equazione nonlineare, quindi non risolvibile per via analitica. Si può invece ottenere per via numerica una rappresentazione grafica della soluzione, ad es. utilizzando EXCEL.

1. Perché il segnale d'ingresso IN é stato molto attenuato?
2. Perché questo circuito opera indipendentemente dalla frequenza?
3. Analizzare con l'oscilloscopio e descrivere il funzionamento del circuito.
4. Simulare il circuito con PSPICE.
5. Studiare il ruolo del resistore R_E nel circuito, usando l'analisi di Fourier di PSPICE (**.FOUR F V(N)**) per valutare la percentuale di distorsione presente nella sinusoide generata. Nota: rilevare il valore esatto della frequenza **F** dal display di PSPICE, usando i cursori, e leggere i risultati nell'Output File.
6. Regolare il reostato da 10k per centrare l'uscita OUT sulla linea di zero. Aggiungere un amplificatore non invertente per normalizzare l'ampiezza della sinusoide con quella delle altre due onde, quadra e triangolare.



2

$$1 + \frac{R_2}{R_1}$$

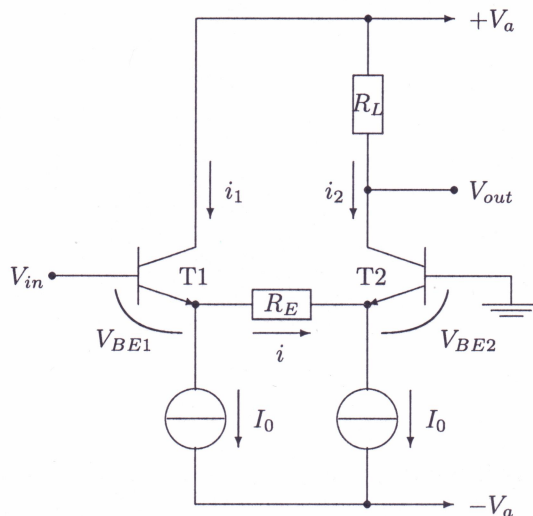
$$R_1 = 10k$$

$$R_2 = 8k\Omega + POT\ 25k$$

Allegato

Trattazione semplificata

Nella figura che segue é dato uno schema semplificato rispetto al circuito originale. Spiegare perché la semplificazione adottata é valida e rappresentativa.



Scriviamo le correnti nei transistor facendo alcune semplificazioni. Ad es., trascuriamo la corrente di base e consideriamo uguali le correnti di collettore ed emettitore che indichiamo con i_1 e i_2 .

Per il transistor T1 possiamo scrivere:

$$i_1 = I_0 + i \quad i_1 = I_{ss1} \left(e^{\frac{V_{BE1}}{V_T}} - 1 \right)$$

Per il transistor T2 possiamo scrivere:

$$i_2 = I_0 - i \quad i_2 = I_{ss2} \left(e^{\frac{V_{BE2}}{V_T}} - 1 \right)$$

Consideriamo $I_{ss1} = I_{ss2}$; $V_T = \frac{kT}{q} = 25mV$ a temperatura ambiente.

Calcoliamo la caduta di tensione fra V_{in} e massa:

$$V_{in} = V_{BE1} + R_E i - V_{BE2} \quad \text{da cui} \quad V_{BE1} - V_{BE2} = V_{in} - R_E i.$$

Calcolare il seguente rapporto adimensionale

$$\frac{i_1 - i_2}{i_1 + i_2}$$

usando le espressioni delle correnti suindicate per giungere ad ottenere la relazione fra V_{in} e i , ricordando l'espressione esponenziale della tangente iperbolica:

$$\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}.$$